

**Process for foaming glass-forming mineral substances, especially fly ashes, etc., and furnace for carrying out this process.**

Publication number: EP0242872

Publication date: 1987-10-28

Inventor: PIEPER HELMUT DIPL-ING

Applicant: PIEPER HELMUT DIPL ING

Classification:

- international: **C03B19/08; C03C11/00; C04B18/02; C04B20/06; C03B19/00; C03C11/00; C04B18/00; C04B20/00; (IPC1-7): C03B5/00; C03B19/08; C03C11/00; C04B5/06; C04B20/04; C04B38/02**

- European: C03B19/08; C03C11/00F; C04B18/02L; C04B20/06; C04B20/06M

Application number: EP19870105911 19870422

Priority number(s): DE19863613670 19860423;  
DE19863616110 19860513;  
DE19873700382 19870108

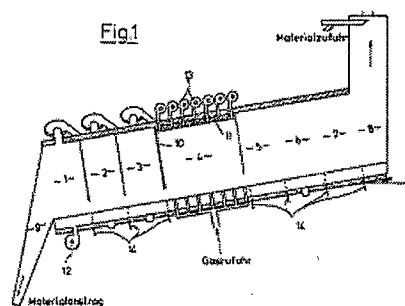
Cited documents:

EP0134584

[Report a data error here](#)

**Abstract of EP0242872**

A process for foaming glass-forming mineral substances, in particular waste substances, such as, for example, fly ashes, sludge, gravel sludge, flotation residues, refuse ashes, etc., in which a mixture of these substances and 0.5-3 % by weight of ferrosilicon nitride is foamed at a temperature of greater than 1000 and less than 1300 DEG C.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①⑫

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

①⑰ Anmeldenummer: **87105911.9**

①⑱ Anmeldetag: **22.04.87**

①⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **C 03 B 19/08**

**C 03 B 5/00, C 03 C 11/00**

**C 04 B 5/06, C 04 B 38/02**

**C 04 B 20/04**

①⑳ Priorität: **08.01.87 DE 3700382**  
**23.04.86 DE 3613670**  
**13.05.86 DE 3616110**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.10.87 Patentblatt 87/44**

①④④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE**

⑦① Anmelder: **Pieper, Helmut Dipl.-Ing.**  
**Buchenstrasse 19**  
**D-8770 Lohr/Main(DE)**

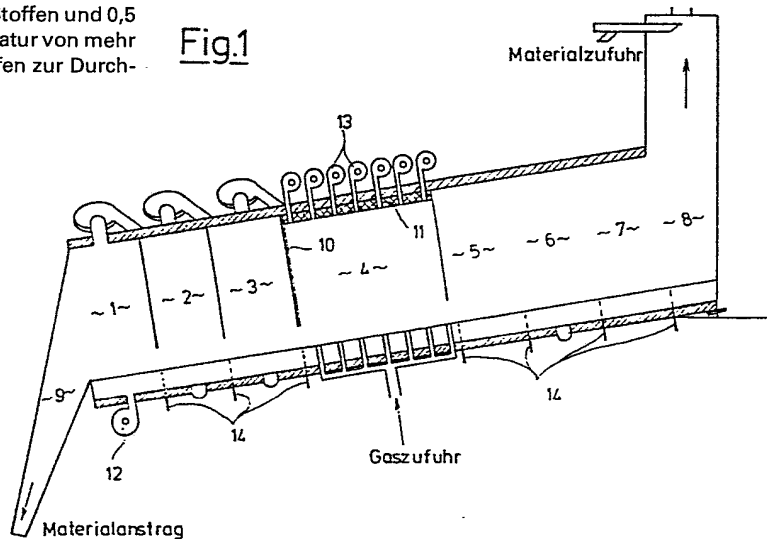
⑦② Erfinder: **Pieper, Helmut Dipl.-Ing.**  
**Buchenstrasse 19**  
**D-8770 Lohr/Main(DE)**

⑦④ Vertreter: **Patentanwälte Schulze Horn und Hoffmeister**  
**Goldstrasse 36**  
**D-4400 Münster(DE)**

⑤④ **Verfahren zum Aufschäumen von glasbildenden mineralischen Stoffen, insbesondere Flugaschen etc., sowie Ofen zur Durchführung dieses Verfahrens.**

⑤⑦ Verfahren zum Aufschäumen von glasbildenden Mineralstoffen, insbesondere Abfallstoffen wie z. B. Flugaschen, Schlack, Kiesschlamm, Flotationsrückständen, Mülaschen etc., wobei eine Mischung aus diesen Stoffen und 0,5 - 3 Gew.-% Ferrosiliziumnitrid bei einer Temperatur von mehr als 1000 und unter 1300° C aufschäumt und Ofen zur Durchführung dieses Verfahrens.

Fig.1



1

5

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufschäumen von  
glasbildenden mineralischen Stoffen, insbesondere Abfall-  
stoffen wie Flugaschen, Schlick, Kiesschlamm, Flotati-  
onsrückständen, Müllaschen etc., die in großen Mengen  
15 anfallen sowie einen Ofen zur Durchführung dieses Verfah-  
rens.

Eine Wiederverwendung der vorgenannten Stoffe ist nur  
begrenzt möglich und die sonst erforderliche Deponie  
dieser Stoffe ist mit hohen Aufwendungen verbunden. Ins-  
20 gesamt kann sogar gesagt werden, daß die Verwertung bzw.  
Beseitigung dieser Abfallstoffe mit erheblichen, umwelt-  
belastenden Problemen verbunden ist.

25 Es ist demgegenüber Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren  
und einen Ofen zu schaffen, welches diese Abfallstoffe  
als wertvollen Grundstoff einer Weiterverwendung zuführen  
können.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren soll imstande sein, aus  
den glasbildenden Abfallstoffen zu Bauzwecken oder als  
Betonzuschlagstoff verwendbare Strukturkörper zu schaf-  
fen, die leicht sind, wirtschaftlich herstellbar sein  
sollen und die insbesondere als Isolationskörper auch bei  
35 sehr hohen Temperaturen von mehr als 1000° C verwendbar  
sein können.

1 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß  
den Abfallstoffen Ferrosiliziumnitrid zugemischt wird und  
das Gemisch bei Erweichungstemperatur der Abfallstoffe  
aufgeschäumt wird.

5 Diese Erweichungstemperatur liegt über  $1000^{\circ}$  und unter  
 $1300^{\circ}$  C, vorteilhaft beträgt sie ca.  $1000 - 1250^{\circ}$  C.

10 Es ist für den Fachmann überraschend, daß nicht nur das  
Aufschäumen von glasbildenden Abfallstoffen zu Struktur-  
körpern möglich ist, wobei diese Strukturkörper nach-  
träglich durch Schneiden in jede gewünschte Form gebracht  
werden können, sondern insbesondere, daß die erzeugten  
15 Schaumstrukturkörper eine sehr geringe Dichte aufweisen,  
die zwischen  $0,20$  und  $0,80 \text{ g/cm}^3$  liegen kann. Für den  
Fachmann überraschend weisen die erfindungsgemäß erzeug-  
ten Strukturkörper eine sehr hohe Druckfestigkeit auf und  
da sie praktisch keinen oder einen sehr geringen Alkali-  
gehalt aufweisen, sind sie als Betonzuschlagstoffe beson-  
20 ders geeignet, da sie als betonverträglich bezeichnet  
werden können.

25 Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, einen Schäumofen  
zu schaffen, bei welchem die bekannten Nachteile nicht  
mehr vorhanden sind und der es erlaubt, großtechnisch und  
störungsfrei Mineralstoff-Schaumgranulat zu erzeugen. Das  
erfindungsgemäße Verfahren soll wirtschaftlich und stö-  
rungsfrei durchführbar sein und geschlossenporiges  
Schaumgranulat erzeugen, bei welchem weiterhin eine  
30 geschlossene Oberfläche vorliegt. Die zu erzeugenden  
Partikel weisen ein Raumgewicht von  $0,2 - 0,8 \text{ g/cm}^3$  auf.

35 Erstmals soll mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem  
erfindungsgemäßen Ofen großtechnisch die Möglichkeit  
überhaupt geschaffen werden, im kontinuierlichen Verfah-  
ren die Herstellung der genannten Granulatkörnchen zu  
ermöglichen.

1 Weitere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens  
und die Ausgestaltung des Ofens sind in den Unteransprü-  
chen genannt.

5 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden  
anhand der Figuren beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 schematisch einen Längsschnitt des erfindungsge-  
mäßen Ofens,

10 Figur 2 einen Querschnitt durch die Schäumzone des er-  
findungsgemäßen Ofens und

15 Figur 3 einen Querschnitt durch die Kühl- oder die Er-  
hitzungszone des erfindungsgemäßen Ofens.

Der erfindungsgemäße Ofen zur Herstellung von Granulat  
aus insbesondere Flugasche besteht aus einem äußeren  
isolierten und einem inneren Mantel, die sich gegenseitig  
20 durch Elemente 11 oder eine Isolierung abstützen.

Gemäß den Figuren 1 und 2 ist dabei die Abstützung durch  
die Isolation in der Kühlzone 1 - 3 und der Erhitzungs-  
zone 5 - 7 gegeben, während in der eigentlichen Schäum-  
zone 4 zwischen den Mänteln nadelartige Stützelemente 11  
25 vorliegen.

Während innerhalb der Kühlzone 1 - 3 gleiche Drücke vor-  
liegen, verringert sich innerhalb des Ofens von der  
30 Schäumzone 4 bis zum äußeren Erhitzungsbereich 7 der  
Druck kontinuierlich, so daß die Verbrennungsgase aus-  
strömen können und innerhalb der Erhitzungszone 5 - 7 die  
eingegebenen Pellets im Gegenstrom aufheizen. Die Pellets  
treten in einer Abzugs- oder Exhaustor-Zone 8 in den Ofen  
35 ein, durchlaufen dann die Erhitzungszone 5 - 7, werden  
innerhalb der Schäumzone 4 aufgeschäumt und dann inner-  
halb der Kühlzonen 1 - 3 abgekühlt. Der Materialaustrag

1 erfolgt dann innerhalb einer Schütte 9.

Innerhalb der Kühlzonen wird die Kühlluft durch Gebläse  
12 umgewälzt, während in der Schäumzone sowohl Verbren-  
5 nungsluft über Gebläse 13 als auch Gas zugeführt wird.  
Die Verbrennungsluft durchströmt dabei den Doppelmantel,  
bevor sie unten in den Ofenraum eintritt und dort mit dem  
ebenfalls von unten zugeführten Gas verbrennt und dabei  
10 die Temperatur bis auf Schäumtemperatur ansteigen läßt.

Die Verbrennungsgase strömen dann durch die Erhitzungs-  
zonen 5 - 7 zur Exhauster-Zone 8, in welcher das zu  
schäumende Material in Form grüner Pellets zugeführt  
wird. Dabei findet in der Exhauster-Zone 8 bereits eine  
15 gewisse Vorwärmerung statt.

Innerhalb des Ofens sind Wärmeschutzwände 10 angeordnet,  
die beidseitig die Schäumzone 4 begrenzen und weiterhin  
auch innerhalb der Kühl- und Erhitzungszone vorliegen,  
20 wodurch ein Wärmeaustausch durch Strahlung in Längs-  
richtung des Ofens verhindert wird.

Der Ofenboden des länglichen, im Schnitt V-förmigen Ofen-  
raums, wird durch einen Kanal gebildet, der durch einen  
25 Schlitz mit dem eigentlichen Ofenraum in Verbindung steht  
und in den die Kühlluft die Verbrennungsluft und das Ver-  
brennungsgas eingeleitet wird, wodurch die Längsvertei-  
lung der Medien durch Schieber 14 geregelt werden kann.

30 Der Ofen ist zu seinem Austragende hin geneigt angeord-  
net, wobei die Größenordnung der Neigung einstellbar ist,  
um je nach Material die günstigste Verweilzeit des zu  
schäumenden Materials einstellen zu können.

35 Die Strahlenschutzwände 10 weisen an ihren unteren Enden  
Durchlüsse auf bzw. sind nicht bis zum Ofenboden durchge-  
führt, so daß dort der Gas- und materialstrom ungehindert

1 fließen kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Ofen ist weiterhin zu beachten,  
5 daß er innerhalb seiner Schäumzone 4 über dem V-Förmigen  
Teil einen Oberbau aufweist, dessen Größe mindestens dem  
des V-förmigen Teils entspricht, um eine ausreichende  
Verweilzeit für die zu schäumenden Teilchen zu ermög-  
lichen.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren wird derart ausgeführt,  
daß nach Mischung von fein vorliegenden oder feingemah-  
lenen mineralischen Abfallstoffen mit 0,5 - 3 Gew.-%  
Ferrosiliziumnitrid die Mischung bei Temperaturen von  
1000 - 1300° C aufgeschäumt wird.

15 Es hat sich gezeigt, daß Flugasche aus der letzten Stufe  
der Filterung besonders leicht zu schäumen ist, die  
Flugasche aus anderen Stufen der Filterung bzw. Mischun-  
gen der Flugasche aus verschiedenen Filterungsstufen sind  
20 ebenfalls, wenn auch unter Umständen bei leicht abwei-  
chenden Temperaturen, schäumbar. Die Schäumtemperatur ist  
je nach der Art der Flugasche, die in Abhängigkeit von  
der verwendeten Kohle verschiedene Zusammensetzung hat,  
einzustellen. Sie liegt aber generell über 1000° und  
25 unter 1300° C, z. B. zwischen 1100 und 1250° C.

Es ist erfindungswesentlich, daß die Schäumtemperatur,  
die empirisch je nach Art des Abfallstoffes zu bestimmen  
ist, genau eingehalten wird. Dabei reagiert das Ferro-  
30 siliziumnitrid mit der Glasphase, sobald diese die ent-  
sprechende Viskosität erreicht hat. Dadurch kann mit dem  
gleichen Schäummittel bei unterschiedlichen Temperaturen  
gearbeitet werden, weil die Gasbildung durch Reaktion und  
nicht durch Dissoziation erfolgt. Unterhalb der Schäum-  
35 temperatur sind die Abfallstoffe noch nicht genügend  
erweicht, oberhalb der sehr kleinen Spanne der Schäumtem-  
peratur sind die Abfallstoffe aber bereits so flüssig,

1        daß das entstandene Gas entweicht, ohne die gewünschten  
Poren zu bilden.

5        Das Gemisch aus Abfallstoffen und den genannten 0,5 - 3  
Gew.-% Ferrosiliziumnitrid (je nach Art der Stoffe können  
auch abweichende Gewichtsanteile des Schäummittels ver-  
wendet werden) wird in kurzzeitig der ermittelten Schäum-  
temperatur ausgesetzt. Nach dem Aufschäumen wird sehr  
10       rasch die Temperatur erniedrigt und danach wird der er-  
zeugte Schaum- oder Strukturkörper isoliert und sich  
selbst überlassen, um langsam abzukühlen. Eine Abkühlung  
in einem speziellen Kühllofen ist im Gegensatz zur Her-  
stellung von Schaumglas nicht erforderlich, da der er-  
zeugte Strukturkörper einen sehr niedrigen Ausdeh-  
15       nungskoeffizienten aufweist.

Die erzeugten Strukturkörper können nach Schneiden in  
jede gewünschte Form (Platte) gebracht werden und als  
Baumaterial, als Isolationsmaterial, z. B. von Flach-  
20       dächern und Fassaden verwendet werden, sie können aber  
auch als Isolationsmittel bei technischen Gegenständen,  
z. B. Industrieöfen auch bei recht hohen Temperaturen bis  
zu 1000 - 1200° C Verwendung finden.

25       Da die erzeugten Strukturkörper, die z. B. auch die Form  
von Kügelchen haben können, fast keinen Alkaligehalt  
aufweisen, sind sie als betonverträglich auch als Beton-  
zuschlagstoff verwendbar.

30       Die Wichte der erzeugten Strukturkörper kann durch die  
Schäumtemperatur sowie den Anteil des Ferrosilizium-  
nitrids eingestellt werden, sie liegt zwischen 0,2 und  
0,8 g/cm<sup>3</sup>.

35       Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es vorteilhaft,  
zusätzlich zu dem Ferrosiliziumnitrid ein Oxidationsmit-  
tel wie MnO<sub>2</sub> zu verwenden. Bei sehr hohen Schmelzpunkten



1 kann dem Gemisch auch noch ein Flußmittel wie Natronlauge  
oder Soda zugesetzt werden.

5 Für den Fachmann ist überraschend, daß aus den scheinba-  
ren Abfallstoffen ein hochwertiger Isolationskörper bzw.  
Baustoff gewonnen werden kann. Verwendbar sind in diesem  
Zusammenhang nicht nur Flugaschen, sondern eine große  
Zahl von glasbildenden Abfallstoffen.

10 Besonders vorteilhaft ist, daß das erfindungsgemäße Ver-  
fahren einfach durchführbar ist und einen derzeitigen  
Abfallstoff in einen hochwertigen Baustoff umzuwandeln  
vermag. Es kann also von einer idealen Lösung der an-  
stehenden Probleme gesprochen werden, da die Abfallstoffe  
15 bei diesem Prozeß bis zu einer Temperatur aufgeheizt  
werden, bei welcher ein erheblicher Prozentsatz an Glas-  
phase entsteht und dadurch in diesen Abfallstoffen ent-  
haltene Schwermetalle als Silikate in das Glas eingebun-  
den werden, wodurch sie vollkommen ungiftig werden.

20

25

30

35



1     Patentansprüche:

- 5     1. Verfahren zum Aufschäumen von glasbildenden Mineralstoffen, insbesondere Abfallstoffen wie z. B. Flugaschen, Schlick, Kiesschlamm, Flotationsrückständen, Müllaschen etc., dadurch gekennzeichnet, daß den Stoffen Ferrosiliziumnitrid beigemischt und die Mischung bei der Erweichungstemperatur der Stoffe aufgeschäumt wird.
- 10    2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Ferrosiliziumnitrids an der Mischung 0,5 bis 3 Gew.-% beträgt.
- 15    3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schäumtemperatur über 1000 und unter 1300° C liegt.
- 20    4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schäumtemperatur ca. 1100 - 1250° C beträgt.
- 25    5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Flugasche die der letzten Stufe der Flugaschefilterung verwendet wird.
- 30    6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schäummittel mit der Glasphase des zu schäumenden Materials bei der zum Schäumen erforderlichen Viskosität der Glasphase unter Gasbildung chemisch reagiert.
- 35    7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Optimierung des Prozesses ein Schäummittelgemisch aus Ferrosiliziumnitrid, Oxidationsmittel und Flußmittel den zu schäumenden Stoffen beigemischt wird.

- 1 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Auf-  
schäumen von mit Schaummitteln vermischten Mineral-  
stoffteilchen (Pellets), insbesondere Flugasche durch  
5 Erhitzung auf Schäumtemperatur und Austrag aus den  
zum Schäumen benutzten Ofen, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Teilchen bis zur ausreichenden Aufschäumung  
durch eine Strömung der Verbrennungsluft, des zur  
Verbrennung dienenden Gases und der Verbrennungsgase  
10 schwebend gehalten werden und sich während dieses  
Zeitraumes auf die Austragsöffnung des verwendeten  
Ofens zubewegen.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
15 daß die Teilchen nach ihrem Austrag durch einen Luft-  
strom abgekühlt werden, wobei dieser zum Vorheizen  
und Trocknen des pellitisierten Schäumgutes dient.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 und 9, dadurch  
20 gekennzeichnet, daß die Ofenwandungen durch Luft  
gekühlt wird, die dem Ofenraum wieder als Verbren-  
nungsluft zugeführt wird.
11. Ofen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der  
25 Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß er  
langgestreckt ist, eine Eingabeöffnung für die Pel-  
lets an einem Ende und eine austragsöffnung für die  
geschäumten Teilchen an seinem anderen Ende aufweist  
und sein Querschnitt V-förmig ist, wobei die Spitze  
30 nach unten weist und eine Öffnung für den Einlaß von  
Luft und/oder zur Verbrennung dienenden Gas aufweist.
12. Ofen nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß er  
35 geneigt angeordnet ist und seine Längsachse in einer  
vertikalen Ebene versenkbar ist.
13. Ofen nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Neigung zum Austragsende hin besteht.

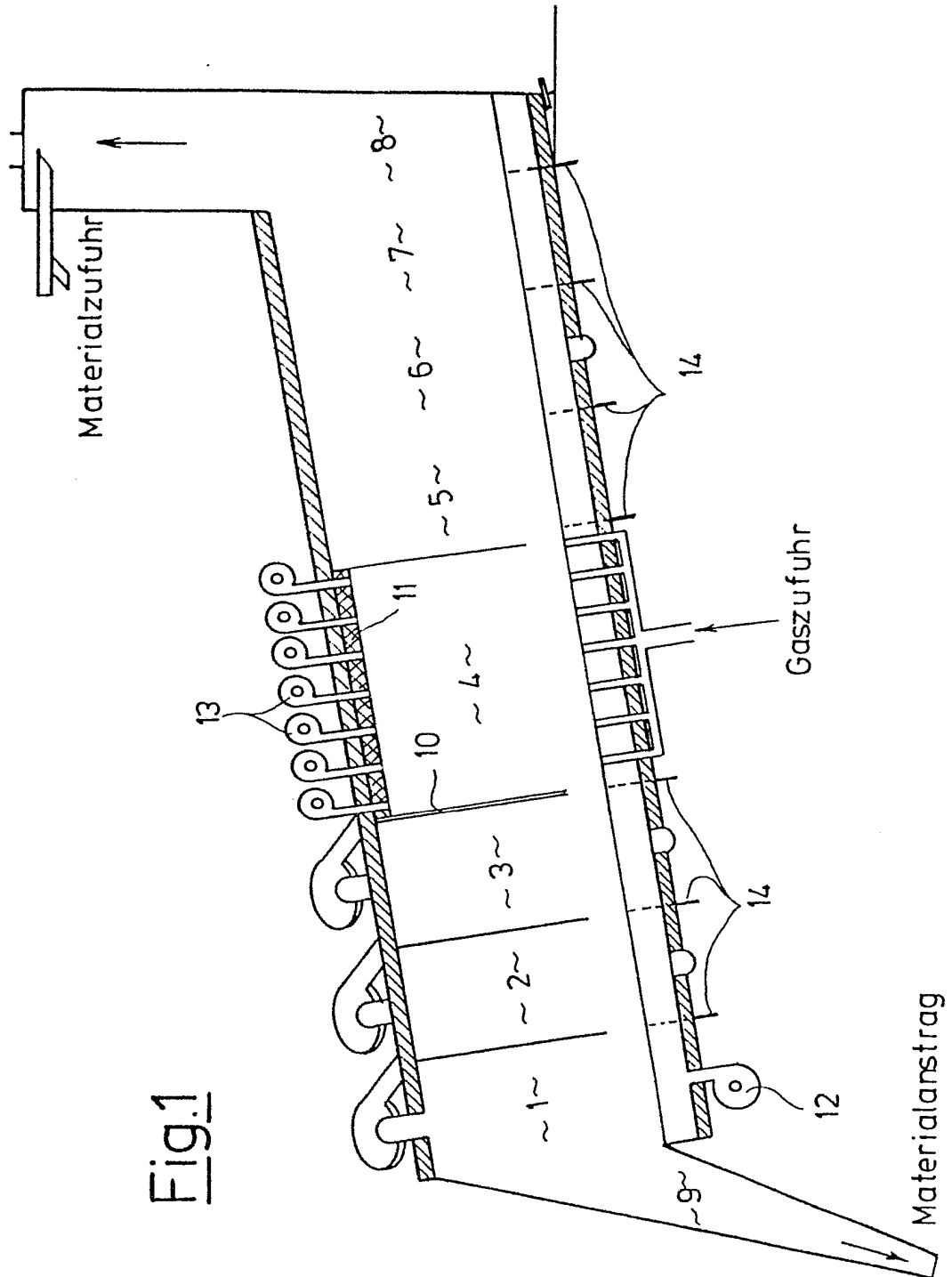
- 1 14. Ofen nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbrennungsgas und das Schäumgut im Gegenstrom geführt wird.
- 5 15. Ofen nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß er in eine Erhitzungszone (6 - 7), Schäumzone (4) und Kühlzone (1 - 3) gegliedert ist, wobei zwischen diesen Strahlenschutzwände (10) angeordnet sind, die den Bodenbereich des Ofens zum
- 10 Durchtritt von Luft, Gas und Schaufgut freilassen.
16. Ofen nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Kühl- und der Erhitzungszone weitere Strahlenschutzwände vorliegen.
- 15 17. Ofen nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft innerhalb der Kühlzone (1) umgewälzt wird, während die Schäum- und die Kühlzone im Gegenstrom durchströmt wird.

20

25

30

35

$\frac{1}{2}$ 

2/2

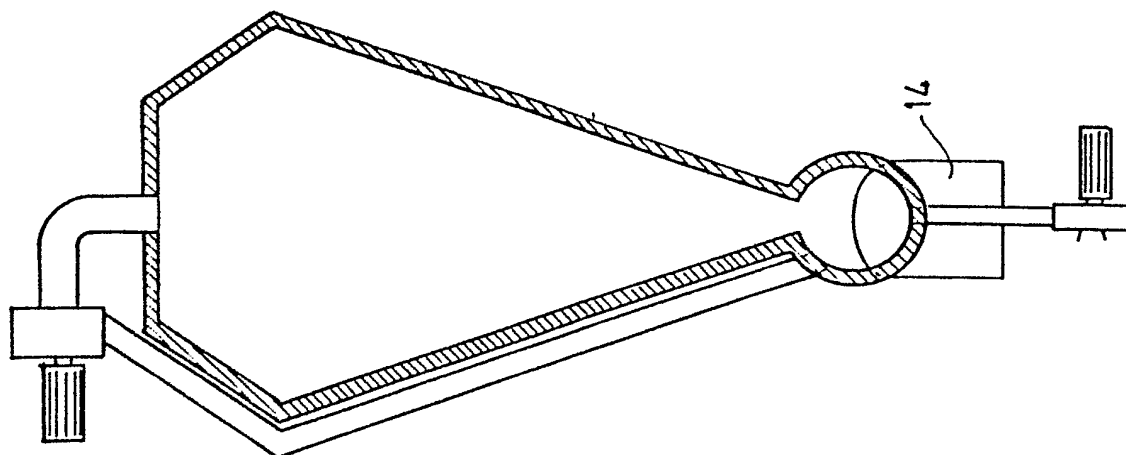


Fig. 3

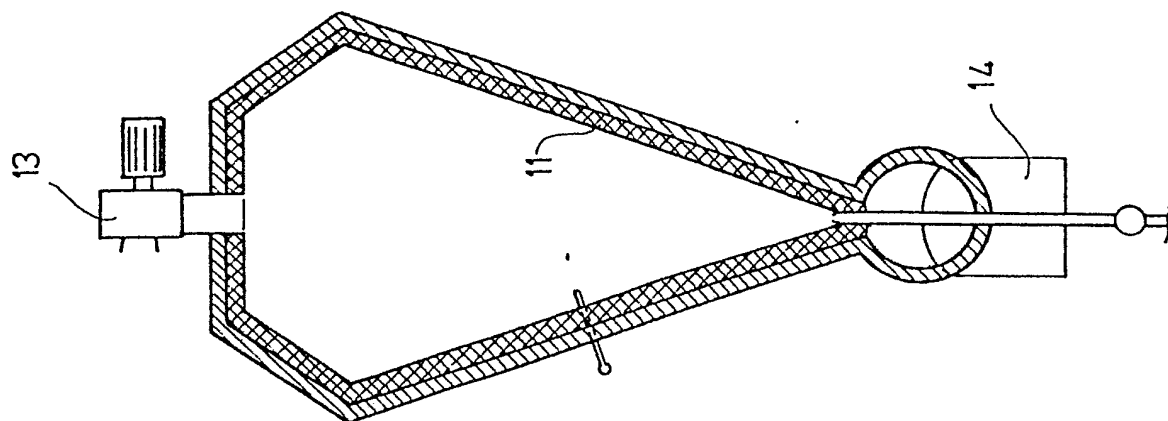


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0242872

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 87105911.9
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	EP - A1 - O 134 584 (FEHLMANN) * Ansprüche; Seite 11, Zeile 23 - Seite 12, Zeile 27; Seite 14, Zeilen 4-25 -----	1, 3, 4, 6, 11	C 03 B 19/08 C 03 B 5/00 C 03 C 11/00 C 04 B 5/06 C 04 B 38/02 C 04 B 20/04
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			C 04 B C 03 B C 03 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 14-07-1987	Prüfer BECK
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			